

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-037815

(43)Date of publication of application : 07.02.1990

(51)Int.Cl.

H03H 9/25

H03H 9/145

(21)Application number : 63-187705

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 27.07.1988

(72)Inventor : SATO KIYOSHI

FUJIWARA YOSHIAKI

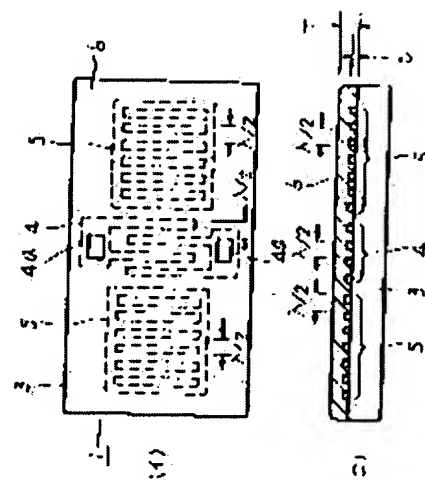
HASHIMOTO KAZUYUKI

(54) SURFACE ACOUSTIC WAVE ELEMENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve stability by forming a specific electrode on a substrate cut out of a specific Y plate of a lithium tantalate single crystal so that a surface acoustic wave may propagate in the direction of an X axis and making a specific silicon dioxide film adhere onto it by a plasma CVD method.

CONSTITUTION: A substrate 3 is cut out of a 36° X-Y plate of LiTaO₃ and an electrode 4 of a thickness set from the wavelength of the surface acoustic wave is formed on the substrate 3. After that, an SiO₂ film 6 by the plasma CVD method is made to adhere to the thickness from the wavelength of the surface acoustic wave. The Y plate (36° Y-X plate) turned at 36° in the direction of a Z axis around the X axis of the LiTaO₃ signal crystal is inferior in temperature characteristic but superior in coupling coefficient to crystal and further, inferior in coupling coefficient but superior in temperature characteristic to a 128° Y-X plate of LiNbO₃. Thus, the surface acoustic wave element of high performance and high stability can be obtained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平2-37815

⑬ Int.Cl.⁸

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)2月7日

H 03 H 8/25
8/145

C 8425-5 J
C 8425-5 J

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 弾性表面波素子

⑯ 特 願 昭63-187705

⑰ 出 願 昭63(1988)7月27日

⑱ 発 明 者 佐 藤 清 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内

⑲ 発 明 者 藤 原 嘉 朗 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内

⑳ 発 明 者 橋 本 和 志 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内

㉑ 出 願 人 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

㉒ 代 理 人 弁理士 井 桁 貞一

明 細 書

1. 発明の名称

弾性表面波素子

2. 特許請求の範囲

リチウムタンタレート単結晶のX軸廻りにZ軸方向へ36度回転させたY板から切り出した基板上に、ほぼ該X軸方向に弾性表面波が伝播するように形成した電極(4,5)の厚さ(t)が、弾性表面波波長(λ)の1%~4%であり、その上にプラズマCVD法で被着し屈折率 1.46 ± 0.01 である二酸化シリコン膜(6)の厚さ(T)が、弾性表面波波長(λ)の16%~26%であることを特徴とする弾性表面波素子。

3. 発明の詳細な説明

(概要)

通信機器およびオーディオ製品等に用いられる弾性表面波素子に関し、

高性能かつ安定性に係わる改善を目的とし、

リチウムタンタレート(LiTaO₃)単結晶のX軸廻りにZ軸方向へ36度回転させたY板から切り出した基板上に、ほぼ該X軸方向に弾性表面波が伝播するように形成した電極の厚さが、弾性表面波波長の1%~4%であり、その上にプラズマCVD法で被着し屈折率 1.46 ± 0.01 である二酸化シリコン膜の厚さが、弾性表面波波長の16%~26%であることを特徴とし構成する。

(産業上の利用分野)

本発明は、自動車電話やコードレス電話およびポケットベル等の通信機器分野ならびに、VTR(Voltage Controlled Oscillator)等のオーディオ製品の電圧制御発振器(VCO)や、共振器およびフィルタ等に用いられる弾性表面波素子の構成に関する。

近年、10MHz~1GHz帯域の上記機器に弾性表面波素子を広く用いようになり、例えばVCOでは周波数の可変範囲が従来よりも広く、温度特性に優れることが要求される。

(従来の技術)

リチウムタンタレート(LiTaO_3)の単結晶から圧電体を切り出し、その圧電体に電極を形成した弾性表面波素子の温度特性を改善する手段として、特開昭55-159612の弾性表面波素子が公知である。

該弾性表面波素子は、Xカット・ LiTaO_3 基板上にY軸からほぼ 112° 方向に弾性表面波が伝播するように入出力電極を形成し、該電極を含む前記基板上に二酸化シリコン膜(SiO_2)を伝播する弾性表面波波長の $1/20 \sim 1/6$ の膜厚で被着したことを特徴とし、従来考えられていたよりも数倍薄い SiO_2 膜の膜厚で遅延時間温度特性が極めて小さく、かつ、電気-機械結合係数が1.44%程度に大きい弾性表面波素子を実現したものである。

(発明が解決しようとする課題)

しかしながら、従来の前記弾性表面波素子では LiTaO_3 の単結晶を利用したにしては結合係数が小さく、そのためVCOとして使用した場合に周波

の厚さ比領域では、発振周波数の温度特性が $-11 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 以上となり、このことは、RFマグネトロンスパッタ法で被着した SiO_2 膜が、弾性表面波素子用として不適当であると言える。

なお、温度特性の改善方法として水晶を基板に用いることで、 $-20^\circ\text{C} \sim +70^\circ\text{C}$ の温度範囲に対し 100 ppm 以下が可能になるが、水晶は結合係数が非常に小さく、周波数可変範囲の広いVCO用として不適当である。

(課題を解決するための手段)

上記課題を解決するための本発明は、その実施例を示す第1図によれば、リチウムタンタレート単結晶のX軸廻りにZ軸方向へ 36° 回転させたY板から切り出した基板3の上に、ほぼ該X軸方向に弾性表面波が伝播するように形成した電極4と5の厚さtが、弾性表面波波長の $1\% \sim 4\%$ であり、その上にプラズマCVD法で被着し屈折率 1.46 ± 0.01 である二酸化シリコン膜6の厚さTが、該弾性表面波波長の $16\% \sim 26\%$ であることを特徴

致可変幅が小さくなり、かつ、 SiO_2 膜の厚さにより結合係数が増えるため扱い難く、それに加えて SiO_2 膜の厚さが増すに従ってインダクタンス成分の減衰および等価直列抵抗の増大を招き、発振の停止する恐れが生じるという問題点がある。

また、弾性表面波に被着させた SiO_2 膜について検討したところ、通常の方法即ちRFマグネトロンスパッタ法による SiO_2 膜は、弾性表面波素子の特性を変動させる要因となることが判明した。

第10図はRFマグネトロンスパッタ法で SiO_2 膜を被着した弾性表面波素子における SiO_2 膜の厚さ比と、発振レベル、発振周波数の温度特性との関係を示す図である。

発振周波数(弾性表面波)の波長を λ 、電極の上に被着した SiO_2 膜の厚さをTとしたとき、第10図において横軸は SiO_2 膜の厚さ比 T/λ (%)、縦軸は発振レベル(dBm)および発振周波数の温度特性($\text{ppm}/^\circ\text{C}$)であり、 SiO_2 膜の厚さ比 T/λ は、16%以上になると減衰量が大きくなって発振を停止するようになると共に、発振停止しない SiO_2 膜

とした弾性表面波素子1である。

(作用)

下記の表は、各種単結晶基板の結合係数と温度特性

結 晶	切出し方位	結合係数	温度特性
LiTaO_3	112°Y-X	0.75%	-18 ppm/ $^\circ\text{C}$
LiTaO_3	36°Y-X	4.7 %	-32 ppm/ $^\circ\text{C}$
LiNbO_3	128°Y-X	5.5%	-72 ppm/ $^\circ\text{C}$
水 晶	42.75°Y-X	0.16%	0

特性を比較させたものであり、 LiTaO_3 単結晶のX軸廻りにZ軸方向へ 36° 回転させたY板(36°Y-X 板)は水晶に比べ温度特性が劣るも結合係数に優れ、従来技術で記載した弾性表面波素子に使用した LiTaO_3 のX- 112°Y 板に比べ温度特性がやや劣るも結合係数が大きく優れ、さらに LiNbO_3 の 128°Y-X 板に比べ結合係数がやや劣るも温度特性に優れる。

結合係数と温度特性の双方を考慮し選択した

LiTaO₃の36° Y-X板より基板を切り出し、該基板に弾性表面波波長から設定した厚さの電極を形成したのち、該弾性表面波波長から設定した厚さにプラズマCVD法によるSiO₂膜を被着させたことにより、高性能かつ高安定な弾性表面波素子を提供可能にした。

(実施例)

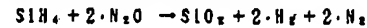
以下に、図面を用いて本発明による弾性表面波デバイスを説明する。

第1図は本発明の一実施例による弾性表面波素子を示す模式平面図(i)と模式断面図(ii)、第2図は36° Y-X板の説明図である。

第1図において弾性表面波素子1は、第2図に示すようにLiTaO₃単結晶のX軸廻りにZ軸方向へ36度回転させたY板2から切り出した基板3の上に、ほぼ該単結晶のX軸方向に弾性表面波が伝播するように駆動電極4と一對の反射電極5とを形成し、弾性表面波波長の1~4%の厚さとした電極4と5を覆うように、プラズマCVD法で被着

し屈折率 1.46 ± 0.01 であるSiO₂膜6の厚さは、弾性表面波(発振波)波長 λ の16%~26%である。電極4は一對のすだれ状電極からなり、該すだれ状電極の各一部分4aは外部接続のため表出し、電極4のすだれ状部ピッチおよび、電極5の格子状部ピッチは $\lambda/2$ である。

亜酸化窒素(N₂O)ガスおよびシラン(SiH₄)ガスを使用したプラズマCVD法(P-CVD)において、SiO₂膜6を生成する反応式は、



である。

第3図はP-CVDによるSiO₂膜の特性図であり、横軸がP-CVDにおいてN₂Oを0.25sccmの一定としたN₂O/SiH₄の流量比、縦軸がエッチングレイトおよび屈折率ならびにデポジットレイトである。

第3図において、N₂O/SiH₄の流量比が5/1以下になると、エッチングレイトが低下し、屈折率が高くなることより、N₂O/SiH₄の流量比が5/1以下で被着したSiO₂膜6はSiリッチとなる。そのため、本発明におけるSiO₂膜6は、デポジットレイトが

やや低効率になるがN₂O/SiH₄の流量比を5/1以上とした。

第4図はP-CVDによるSiO₂膜の厚さ比と発振レベル、発振周波数の温度特性との関係を示す図であり、横軸はSiO₂膜の厚さ T と表面弾性波の波長 λ との比(T/λ)、縦軸は発振レベル(dBm)および発振周波数の温度特性(ppm/°C)である。そして測定に使用した弾性表面波素子は、電極をアルミニウムにて形成し、該電極の厚さ t は波長 λ の3%である。

第4図において、第3図よりN₂O/SiH₄の流量比を5/1以上とし被着させたN₂O膜は、発振レベルの減衰が殆どなく、SiO₂膜の厚さ比 $T/\lambda = 20\%$ の近傍において零温度係数が得られる。

第5図は前記零温度係数における温度と発振周波数の変化率との関係を示す図であり、横軸を温度(°C)、縦軸を発振周波数の変化率(ppm)とした第5図において、-10°C~+45°Cの温度範囲で発振周波数の変化は10ppm程度以内の優れた値を示す。

第6図はP-CVDによるSiO₂膜の厚さ比と発振周波数の温度特性との関係を示す図であり、横軸はSiO₂膜の厚さ比 T/λ (%)、縦軸は発振周波数の温度特性(ppm/°C)である。

SiO₂膜の屈折率および、アルミニウム電極の厚さ比 t/λ を変えた弾性表面波素子について実測した第6図において、測定値のプロットを実線で結んだ特性Aは、SiO₂膜の屈折率が1.46、アルミニウム電極の厚さ比 $t/\lambda = 4\%$ 、測定値のプロットを破線で結んだ特性Bは、SiO₂膜の屈折率が1.46、アルミニウム電極の厚さ比 $t/\lambda = 3\%$ 、測定値のプロットを一点鎖線で結んだ特性Cは、SiO₂膜の屈折率が1.46、アルミニウム電極の厚さ比 $t/\lambda = 1\%$ 、測定値のプロットを二点鎖線で結んだ特性Dは、SiO₂膜の屈折率が1.75、アルミニウム電極の厚さ比 $t/\lambda = 3\%$ である。

弾性表面波素子のQ値やR_sおよびVCOとして使用する場合の r 値等はアルミニウム電極の厚さ比 t/λ によって変化し、それら各特性の許容範囲としてアルミニウム電極の厚さ比 t/λ は

1%~4%が望ましい。そのことから第6図の特性A、B、Cを見ると、発振周波数の温度特性はアルミニウム電極の厚さ比 t/λ に影響され、発振周波数の温度特性の $\pm 5 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ の領域に対し SiO_2 膜の厚さ比 T/λ は、18%~24%とすることが望ましい。また、P-CVD SiO_2 のデポジット条件を変えることにより SiO_2 膜の屈折率を1.75とした場合は、特性Dに示すように温度特性の改善効果が劣化するため、温度特性の改善効果に影響する SiO_2 膜の屈折率は1.46程度にすることが望ましい。

第7図はP-CVDによる SiO_2 膜の厚さ比と発振周波数の温度特性との関係を示す図であり、横軸を SiO_2 膜の厚さ比 T/λ (%)、縦軸を発振周波数の温度特性($\text{ppm}/^\circ\text{C}$)とし、 $\text{N}_2\text{O}/\text{SiH}_4$ の流量比を5/1(図中の一点鎖線)、10/1(図中の破線)、20/1(図中の実線)に変えた実測データを比較させた第7図において、 $\text{N}_2\text{O}/\text{SiH}_4$ の流量比を変えることで発振周波数の温度特性の効果が変化する。

以上の各種データを総合し、

(1) アルミニウム電極の厚さ比 $t/\lambda = 1\% \sim 4\%$

36°Y-X基板は、結合係数の変化が著しく小さくなる。

第9図は制御電圧と発振周波数の変化率との関係を示す図である。

横軸を制御電圧 $V_c(\text{V})$ 、縦軸を発振周波数の変化率(%)とした第9図において、実測値のプロットを実線で結んだ特性は SiO_2 膜の厚さ比 $T/\lambda = 0.195$ の素子、実測値のプロットを破線で結んだ特性は SiO_2 膜の厚さ比 $T/\lambda = 0.200$ の素子、実測値のプロットを一点鎖線で結んだ特性は SiO_2 膜の厚さ比 $T/\lambda = 0.205$ の素子であり、5V以下の制御電圧において各素子の特性は、 $0.1\%/\text{V}$ のほぼ同一傾斜の直線性を有する。

(発明の効果)

以上説明したように本発明によれば、基板の電気機械結合係数は約5%であり、 SiO_2 の膜厚に対して安定した変化であり、例えばVCO用として発振周波数が155MHzの弾性表面波素子において、可変幅の $900 \text{ ppm}/\text{V} \sim 1200 \text{ ppm}/\text{V}$ は112°Y-X

での零温度係数を実現するには、 SiO_2 膜の厚さ比 T/λ を18%~24%にする。

(2) $\text{N}_2\text{O}/\text{SiH}_4$ の流量比より SiO_2 膜の厚さ比 T/λ の偏差は ± 0.01 にする。

(3) 発振周波数の温度特性を $\pm 5 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 以内とするには SiO_2 膜の厚さ比 T/λ を17%~25%とする。

(4) SiO_2 膜の厚さ比 T/λ の偏差 ± 0.01 を考慮したとき、発振周波数の温度特性を $\pm 5 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 以内とするには SiO_2 膜の厚さ比 T/λ を16%~26%の範囲とし、かつ、 SiO_2 膜の屈折率を 1.46 ± 0.01 とすることによって、減衰量が殆どなく、温度安定性が $\pm 5 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 以下となる弾性表面波素子が得られることになる。

第8図はP-CVDによる SiO_2 膜の厚さ比と結合係数との関係を示す図であり、横軸を SiO_2 膜の厚さ比 T/λ ($\text{ppm}/^\circ\text{C}$)、縦軸を結合係数(k^2)とした第8図において、図中の実線は本発明により36°Y-X板より切り出した素子基板の結合係数特性、破線は112°Y-X板より切り出した素子基板の結合係数特性であり、112°Y-X基板に対し

X板を使用した従来の素子($50 \text{ ppm}/\text{V} \sim 150 \text{ ppm}/\text{V}$)より格段に広範囲となり、かつ、発振周波数の温度特性が $\pm 5 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 以内であり、アルミニウム電極の厚さ比およびP-CVDデポジット条件を定めることによって、一次温度係数が零である高安定性の弾性表面波素子を可能とした効果がある。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例による弾性表面波素子、

第2図は36°Y-X板の説明図、

第3図はP-CVDによる SiO_2 膜の特性図、

第4図はP-CVDによる SiO_2 膜の厚さ比と発振レベル、発振周波数の温度特性との関係を示す図、

第5図は零温度係数における弾性表面波素子の温度と発振周波数の変化率との関係を示す図、

第6図はP-CVDによる SiO_2 膜の厚さ比と発振周波数の温度特性との関係を示す図、

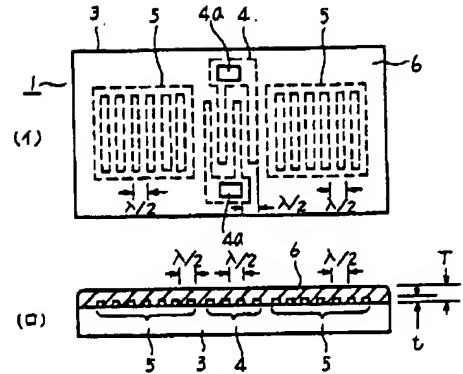
第7図はP-CVDによる SiO_2 膜の厚さ比と発振周

波数の温度特性との関係を示す図、
 第8図はP-CVDによるSiO₂膜の厚さ比と結合係
 数との関係を示す図、
 第9図は制御電圧V_cと発振周波数の変化率と
 の関係を示す図、
 第10図はRFマグネトロンスパッタ法によるSi
 O₂膜の厚さ比と、発振レベル、発振周波
 数の温度特性との関係を示す図、
 である。

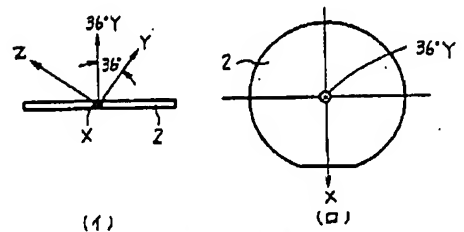
図中において、

- 1 は弾性表面波素子、2 は36° Y-X板、
 - 3 は素子基板、4 は駆動電極、
 - 5 は反射電極、6 は二酸化シリコン膜、
 - t は電極の厚さ、
 - T は二酸化シリコン膜の厚さ、
 - λ は弾性表面波（発振波）波長、
- を示す。

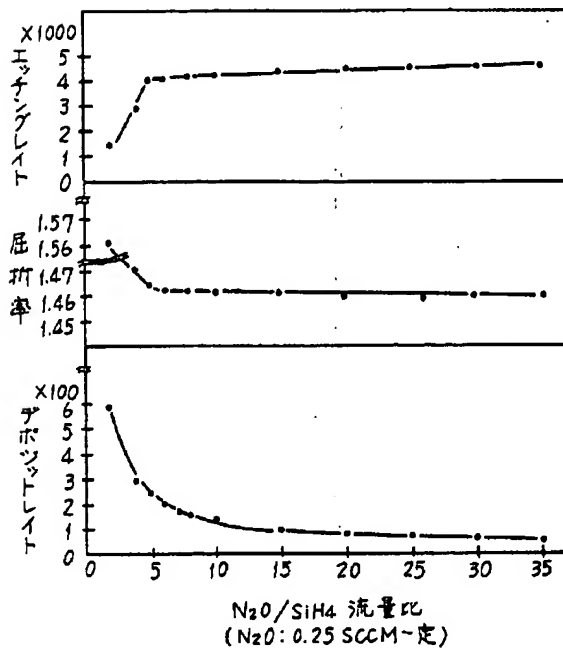
代理人 弁理士 井 桁 貞 一



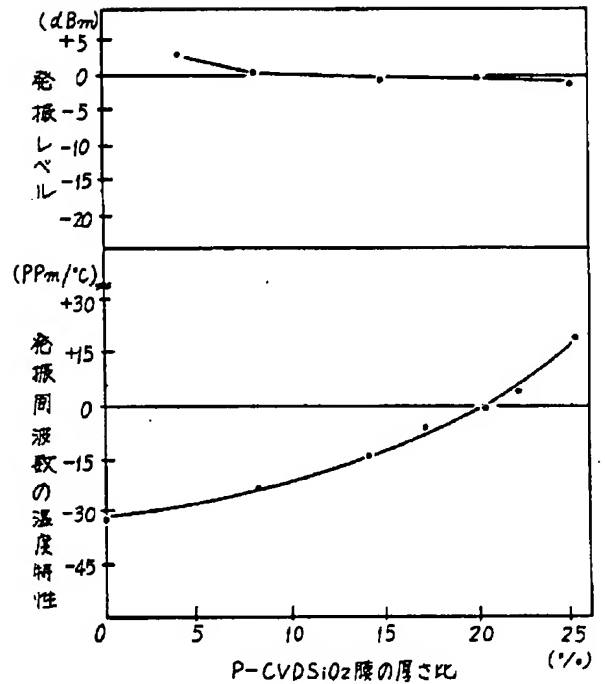
本発明の実施例による弾性表面波素子
 第1図



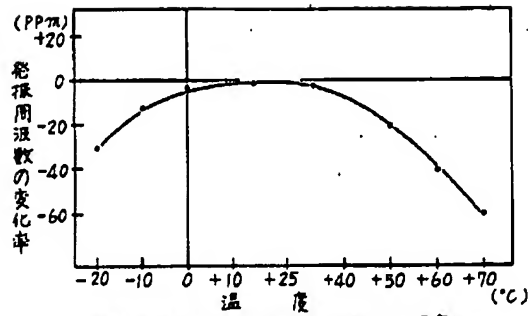
36° Y-X板の説明図
 第2図



P-CVDによるSiO₂膜の特性図
 第3図

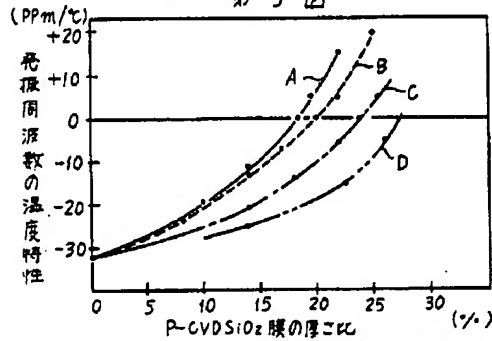


P-CVDによるSiO₂膜の厚さ比と発振レベル、
 発振周波数の温度特性との関係を示す図
 第4図



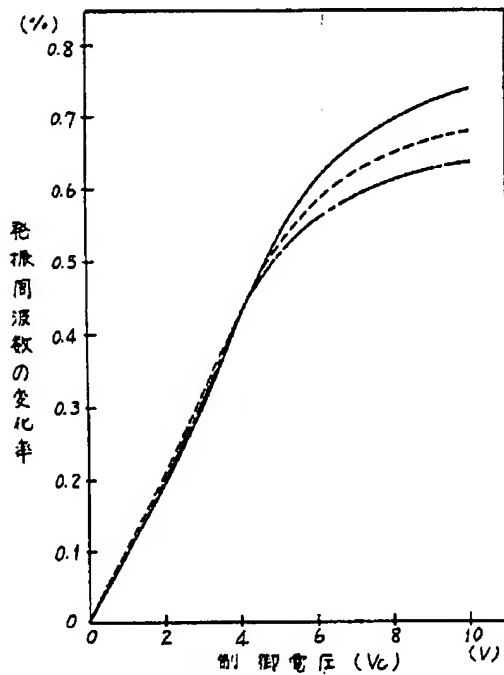
零温度係数における弾性共振素子の温度と共振周波数の変化率との関係を示す図

第5図



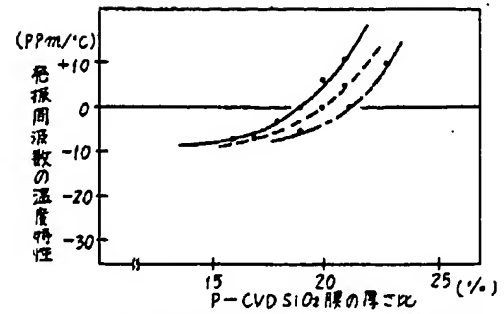
P-CVDによるSiO₂膜の厚さ比と共振周波数の温度特性との関係を示す図

第6図



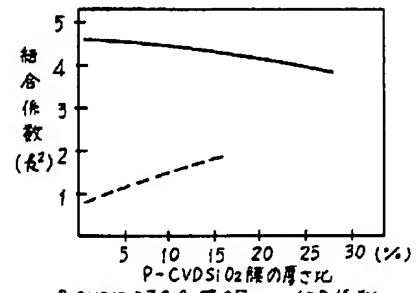
制御電圧比と共振周波数の変化率との関係を示す図

第9図



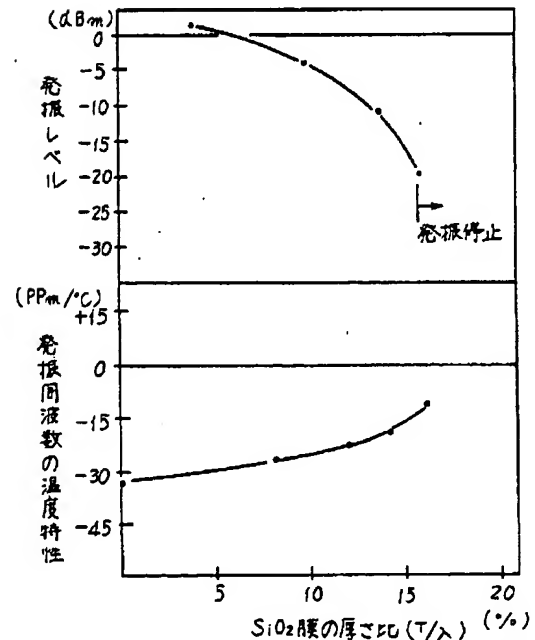
P-CVDによるSiO₂膜の厚さ比と共振周波数の温度特性との関係を示す図

第7図



P-CVDによるSiO₂膜の厚さ比と結合係数との関係を示す図

第8図



RFマグネトロンスパッタ法によるSiO₂膜の厚さ比と共振レベル、共振周波数の温度特性との関係を示す図

第10図